

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number :

10-016809

(43)Date of publication of application : 20.01.1998

(51)Int.Cl.

B62D 6/00
B62D 5/04
// B62D101:00
B62D119:00
B62D137:00

(21)Application number : 08-174001

(71)Applicant : HONDA MOTOR CO LTD

(22)Date of filing : 03.07.1996

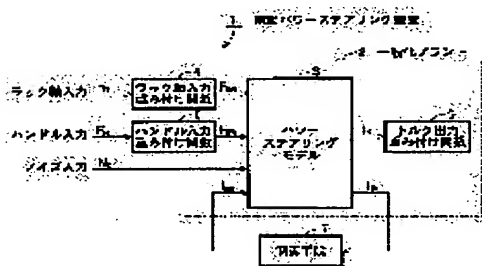
(72)Inventor : SUGITANI NOBUO
FUJIWARA YUKIHIRO

(54) ELECTRIC POWER STEERING DEVICE

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide the optimum steering feeling corresponding to the road surface state by generating the weighting function, and providing a control means setting the target current signal for driving a motor in a feedback loop from the reaction torque output to a generalized plant.

SOLUTION: This power steering device 1 is provided with a generalized plant 2 incorporating the control specification to be realized into the control object of a steering system for the desired modeling and weighting function generating means 4, 5, 6 independently weighting in separate systems respectively between the rack shaft input FR or handle input FH forming the input of the generalized plant 2 and the reaction torque TR output forming the output. A control means 7 setting the target current signal IMS driving a motor is provided in a feedback loop from the reaction torque TR output to the target current input of the generalized plant 2, the road surface information is accurately transferred to a driver, and the accurate assisting force corresponding to the handle input is generated.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

26.11.2002

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平10-16809

(43) 公開日 平成10年(1998) 1月20日

| | | | | |
|---------------------------|------|--------|--------------|--------|
| (51) Int.Cl. ⁶ | 識別記号 | 庁内整理番号 | F I | 技術表示箇所 |
| B 6 2 D 6/00 | | | B 6 2 D 6/00 | |
| 5/04 | | | 5/04 | |
| // B 6 2 D 101:00 | | | | |
| 119:00 | | | | |
| 137:00 | | | | |

審査請求 未請求 請求項の数 3 O L (全 8 頁)

(21) 出願番号 特願平8-174001

(22) 出願日 平成8年(1996) 7月3日

(71) 出願人 000005326

本田技研工業株式会社

東京都港区南青山二丁目1番1号

(72) 発明者 杉谷 伸夫

埼玉県和光市中央1丁目4番1号 株式会社
本田技術研究所内

(72) 発明者 藤原 幸広

埼玉県和光市中央1丁目4番1号 株式会
社本田技術研究所内

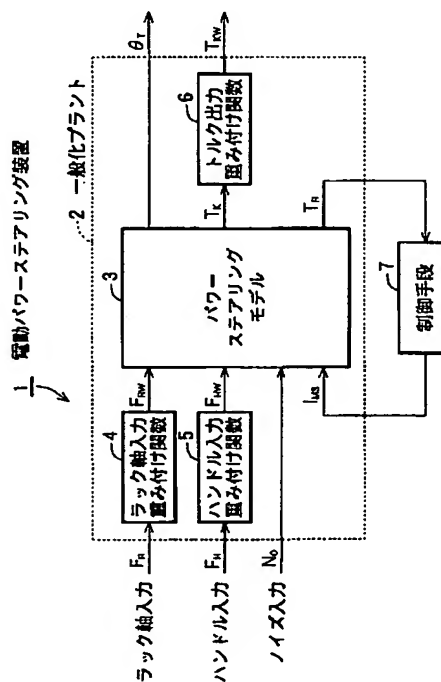
(74) 代理人 弁理士 下田 容一郎

(54) 【発明の名称】 電動パワーステアリング装置

(57) 【要約】

【課題】 高精度で安定したパワーアシストを実現し、ロードインフォメーションにも適切な操舵が可能な操舵フィーリングのよい電動パワーステアリング装置を提供する。

【解決手段】 パワーステアリングモデル3、ラック軸入力重み付け関数4、ハンドル入力重み付け関数5、トルク出力重み付け関数6を備えた一般化プラント2と、一般化プラント2の出力と入力間のフィードバックループに接続し、電動機を駆動するための目標電流信号を設定する制御手段7とからなる電動パワーステアリング装置1。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 ステアリング系の操舵トルクを検出する操舵トルク検出手段と、電動機とを備え、この電動機の動力を制御手段を用いて制御し、ステアリング系に作用させることにより、運転者の操舵力を軽減する電動パワーステアリング装置において、

前記ステアリング系の制御対象に実現したい制御仕様を組み込んで所望の制御対象のモデル化を行う一般化プラントと、

この一般化プラントの入力を形成するラック軸入力またはハンドル入力と、出力を形成する反力トルク出力との間に、それぞれ別系統で独立した重み付けを行う重み付け関数発生手段を備えるとともに、

前記反力トルク出力から前記一般化プラントの目標電流入力への帰還ループ内に前記電動機を駆動するための目標電流信号を設定する制御手段を備えたことを特徴とする電動パワーステアリング装置。

【請求項2】 前記重み付け関数発生手段は、周波数に関する重み付けを有し、ラック軸入力に対してはバンドエリミネーション・フィルタ特性、ハンドル入力に対してはローパス・フィルタ特性を備えたことを特徴とする請求項1記載の電動パワーステアリング装置。

【請求項3】 前記制御手段は、H無限大 ($H\infty$) 手法で求めたことを特徴とする請求項1記載の電動パワーステアリング装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】 この発明は電動機の動力をステアリング系に直接作用させて運転者の操舵力の軽減を図る電動パワーステアリング装置に係り、特に路面の状態をハンドルを介して運転者に正確に伝え、最適な操舵フィーリングが得られる電動パワーステアリング装置に関する。

【0002】

【従来の技術】 従来の電動パワーステアリング装置において、運転者がハンドルを操作することにより発生する操舵トルクを検出し、この操舵トルクに対応した目標電流信号により電動機をPWM（パルス幅変調）駆動することによって発生する動力を補助操舵力（アシスト力）としてステアリング系に作用させ、運転者の操舵力を軽減するよう構成されたものは知られている。

【0003】 また、車速を検出し、車速が増加することによって目標電流信号を減少させるよう制御することにより、低車速領域では充分大きなアシスト力をステアリング系に作用させて運転者の操舵力を軽減させるとともに、高車速領域ではアシスト力を小さく制限して車両挙動の安定化を図るように構成されたものも知られている。

【0004】 図4に従来の電動パワーステアリング装置の全体構成図を示す。図4において、従来の電動パワ-

ステアリング装置51は、ステアリングホイール67に一体的に設けられたステアリング軸52に自在継ぎ手53a、53bを備えた連結軸53を介し、ステアリング・ギアボックス54内に設けたラック&ピニオン機構55のピニオン55aに連結されて手動操舵力発生手段56が構成される。

【0005】 ピニオン55aに噛み合うラック歯57aを備え、これらの噛み合いにより往復運動するラック軸57は、その両端にタイロッド58を介して転動輪としての左右の前輪59が連結される。

【0006】 このようにして、ステアリングホイール67操舵時には通常のラック&ピニオン式の手動操舵力発生手段56を介し、マニュアルステアリングで前輪59を転動させて車両の向きを変えている。

【0007】 手動操舵力発生手段56による操舵力を軽減するため、操舵補助力（アシスト力）を供給する電動機60をラック軸57と同軸的に配設し、ラック軸57と同軸に設けられたボールねじ機構61を介して電動機60の回転力を直線的な推力に変換し、ラック軸57

（ボールねじ軸61a）に作用させる。

【0008】 ステアリング・ギアボックス54内にはドライバの手動操舵トルクの方角と大きさを検出する操舵トルクセンサ62を配置し、操舵トルクセンサ62が検出した操舵トルクに対応したアナログ電気信号の操舵トルク信号Tsを制御手段65に提供する。

【0009】 また、車速センサ64は車両の速度に対応した周波数の電気的なパルス信号として検出し、車速信号Vsを制御手段65に提供する。

【0010】 制御手段65はマイクロプロセッサを基本に各種演算手段、処理手段、信号発生手段、メモリ等で構成し、車速信号Vsに応動した操舵トルク信号Tsに対応する駆動制御信号Vo（例えば、オン信号とPWM信号の混成信号）を発生して電動機駆動手段66を駆動制御する。

【0011】 電動機駆動手段66は、例えば4個のパワーFET（電界効果トランジスタ）のスイッチング素子からなるブリッジ回路で構成し、駆動制御信号Voに基づいて電動機電圧Vmを発生して電動機60を駆動する。

【0012】 電動機電流検出手段68は電動機60に実際に流れる電動機電流Imを検出し、電動機電流Imに対応した電動機電流信号Imoを制御手段65にフィードバック（負帰還）する。

【0013】 図5に従来の電動パワーステアリング装置の全体ブロック構成図を示す。図5において、電動パワーステアリング装置51は、操舵トルクセンサ62、車速センサ64、制御手段65、電動機駆動手段66、電動機電流検出手段68、電動機60から構成される。

【0014】 制御手段65はマイクロプロセッサを基本に各種演算手段、比較・処理手段、メモリ等から構成さ

れ、目標電流設定手段 7 1、偏差演算手段 7 2、制御信号発生手段 7 3 を備える。

【0015】操舵トルクセンサ 6 2 は運転者（ドライバ）のハンドル操作に対応した操舵トルクをアナログの電気信号として検出し、操舵トルク信号 T_s が目標電流設定手段 7 1 に供給される。車速センサ 6 4 は車両の速度に対応した周波数の電氣的なパルス信号として検出し、車速信号 V_s が目標電流設定手段 7 1 に供給される。

【0016】目標電流設定手段 7 1 は、操舵トルクセンサ 6 2 から供給される操舵トルク信号 T_s を A/D 変換器等でデジタルの操舵トルク信号 T_D に変換し、この操舵トルク信号 T_D と車速センサ 6 4 から供給される車速信号 V_s に基づいて予め設定されている目標電流信号 I_{ms} に変換し、車速 V_s (V_L 、 V_M 、 V_H) をパラメータにした操舵トルク信号 T_D に対する目標電流信号 I_{ms} を偏差演算手段 7 2 に出力するよう構成される。

【0017】図 6 に車速をパラメータとした操舵トルク信号 (T_D)—目標電流信号 (I_{ms}) 特性図を示す。図 6 において、車速 V_L 、 V_M および V_H はそれぞれ低車速領域、中車速領域および高車速領域を表わし、操舵トルク信号 T_D が同じであっても、車速 V_s が増加 ($V_L \rightarrow V_M \rightarrow V_H$) するに伴い、目標電流信号 I_{ms} は減少するよう予め設定されている。

【0018】このように、目標電流設定手段 7 1 は、低車速領域 ($V_s = V_L$) では電動機 6 0 を目標電流信号 I_{ms} に対応した大きな電動機電流 I_M で駆動して充分大きな操舵補助力が得られ、一方、高車速領域 ($V_s = V_H$) では電動機 6 0 を目標電流信号 I_{ms} に対応した小さな電動機電流 I_M で駆動して操舵補助力を制限し、操舵の安定性が得られるよう構成される。

【0019】偏差演算手段 7 2 は、目標電流信号 I_{ms} と電動機電流検出手段 6 8 で検出され、電動機電流 I_M に対応させてデジタル信号に変換した電動機電流信号 I_{M0} の偏差 ($= I_{ms} - I_{M0}$) を演算し、偏差信号 ΔI が制御信号発生手段 7 3 に提供される。

【0020】制御信号発生手段 7 3 は、P I コントローラ、PWM (パルス幅変調) 信号発生手段を備え、偏差信号 ΔI は比例・積分制御を施された後、偏差信号 ΔI の大きさと方向に対応した PWM 信号 V_{PWM} が電動機制御信号 V_0 として電動機駆動手段 6 6 に供給され、電動機駆動手段 6 6 から電動機電圧 V_M で電動機 6 0 が駆動される。

【0021】また、電動機制御信号 V_0 により電動機 6 0 が駆動されて電動機電流 I_M が流れるが、電動機電流検出手段 6 8 が電動機電流 I_M を検出し、対応した電動機電流信号 I_{M0} が偏差演算手段 7 2 に帰還される。

【0022】このように、従来の電動パワーステアリング装置 5 1 は、目標電流信号 I_{ms} に電動機電流 I_M に対応した電動機電流信号 I_{M0} をフィードバック (負帰還)

させ、偏差信号 ΔI に比例・積分制御を施すよう構成したので、電動機電流信号 I_{M0} を速やかに目標電流信号 I_{ms} に収束させ、操舵トルク T_s に対応した電動機動力が得られ、応答性のよい所望の操舵補助力をステアリング系に作用させることが可能となっている。

【0023】

【発明が解決しようとする課題】従来の電動パワーステアリング装置は、図 6 に示すように車速信号 V_s ($= V_L$ 、 V_M 、 V_H) をパラメータとした操舵トルク信号 T_D に対応して目標電流信号 I_{ms} を設定するよう構成されているため、必要とされる一定のラック軸力 F_{LK} に対して必要とされる手動操舵力 (操舵トルク信号 T_s または T_D) を軽減しようとする場合には同じ操舵トルク信号 T_s (または T_D) に対して目標電流信号 I_{ms} を増加させる必要がある。

【0024】図 7 に同一の操舵トルク信号 T_s に対する目標電流信号 I_{ms} 増加特性図を示す。図 7 は、同一の操舵トルク信号 T_s ($= T_{sk}$) に対して C 1 特性の目標電流信号 I_{ms1} から C 2 特性の目標電流信号 I_{ms2} に増加させた場合を示す。

【0025】図 8 に図 7 に対応したラック軸力 F_L の各成分の変化説明図を示す。図 8 において、図 7 の C 1 特性に対応して必要とされるラック軸力 F_{LK} は、目標電流信号 I_{ms1} に対応したアシスト力 F_{A1} 成分と、手動操舵力 (操舵トルク信号) T_{s1} 成分 (T_{s1} 成分には、所定の割合で路面からのロードインフォメーション I_{L1} 成分が含まれる。) とを合成したものである。

【0026】この状態から図 7 の C 2 特性のように、手動操舵力を減少させても同じラック軸力 F_{LK} を得ようとした場合、ラック軸力 F_{LK} は、目標電流信号 I_{ms2} に対応したアシスト力 F_{A2} 成分と、手動操舵力 (操舵トルク信号) T_{s2} 成分 (T_{s2} 成分には、所定の割合で路面からのロードインフォメーション I_{L2} 成分が含まれる。) とを合成 ($F_{LK} = F_{A2} + T_{s2}$) したものである。

【0027】ラック軸力 F_{LK} が同じであり、手動操舵力 (操舵トルク信号) T_{s2} 成分に含まれるロードインフォメーション I_{L2} 成分の割合 ($= I_{L2} / T_{s2}$) は、手動操舵力 (操舵トルク信号) T_{s1} 成分に含まれるロードインフォメーション I_{L1} 成分の割合 ($= I_{L1} / T_{s1}$) と同じなので、ロードインフォメーション I_{L2} 成分はアシスト力 F_{A1} 成分とアシスト力 F_{A2} 成分との割合 ($= F_{A1} / F_{A2}$) だけ減少することになる。

【0028】手動操舵力 (操舵トルク信号) T_{s1} 成分から手動操舵力 (操舵トルク信号) T_{s2} 成分の減少は、アシスト力を増加することで電動パワーステアリング装置の本来の要求仕様を満足するが、ロードインフォメーション I_{L1} 成分からロードインフォメーション I_{L2} 成分への減少が、運転者がハンドルを介して路面の状況を正確に認識して最適なステアリング操作を行うことを妨げる要因となり、このロードインフォメーションの減少が従

来の電動パワーステアリング装置の大きな課題となっている。

【0029】なお、ロードインフォメーションとは、例えば凹凸の路面、または凍結路などの低 μ 路面（摩擦係数が小さい路面）等を走行時にラック軸からハンドルを介して運転者に伝達される路面情報（例えば、ハンドルの振動、急にハンドル操作が軽くなる現象）を表わす。

【0030】この発明はこのような課題を解決するためなされたもので、その目的は電動機の動力をステアリング系に直接作用させて手動操舵力をアシストするとともに、ハンドルを介して運転者にロードインフォメーションを正確に伝達することにより、路面状態に対応した最適な操舵フィーリングが得られる電動パワーステアリング装置を提供することにある。

【0031】

【課題を解決するための手段】前記課題を解決するためこの発明に係る電動パワーステアリング装置は、ステアリング系の制御対象に実現したい制御仕様を組み込んで所望の制御対象のモデル化を行う一般化プラントと、一般化プラントの入力を形成するラック軸入力またはハンドル入力と、出力を形成する反力トルク出力との間に、それぞれ別系統で異なる重み付けを行う重み付け関数発生手段を備えるとともに、反力トルク出力から一般化プラントの目標電流入力への帰還ループ内に電動機を駆動するための目標電流信号を設定する制御手段を備えたことを特徴とする。

【0032】この発明に係る電動パワーステアリング装置は、ステアリング系の制御対象に実現したい制御仕様を組み込んで所望の制御対象のモデル化を行う一般化プラントと、一般化プラントの入力を形成するラック軸入力またはハンドル入力と、出力を形成する反力トルク出力との間に、それぞれ別系統で独立した重み付けを行う重み付け関数発生手段を備えるとともに、反力トルク出力から一般化プラントの目標電流入力への帰還ループ内に電動機を駆動するための目標電流信号を設定する制御手段を備えたので、ラック軸入力からの路面情報（ロードインフォメーション）を運転者に正確に伝達することができるとともに、ハンドル入力に対応した精度のよいアシスト力を発生することができる。

【0033】また、この発明に係る電動パワーステアリング装置の重み付け関数発生手段は、周波数に関する重み付けを有し、ラック軸入力に対してはバンドエリミネーション・フィルタ特性、ハンドル入力に対してはローパス・フィルタ特性を備えたことを特徴とする。

【0034】この発明に係る電動パワーステアリング装置は、周波数に関する重み付けを有し、ラック軸入力に対してはバンドエリミネーション・フィルタ特性、ハンドル入力に対してはローパス・フィルタ特性を備えた重み付け関数発生手段を有するので、運転者に必要とされる比較的高周波の路面情報（ロードインフォメーション）

ン）と、低周波の操舵アシスト力の双方を独立に制御することができる。

【0035】さらに、この発明に係る電動パワーステアリング装置の制御手段は、H無限大（ $H\infty$ ）手法で求めたことを特徴とする。

【0036】この発明に係る電動パワーステアリング装置は、一般化プラントと制御手段に対してH無限大（ $H\infty$ ）手法を施し、制御手段を決定するので、最適な制御系を実現することができる。

【0037】

【発明の実施の形態】以下、この発明の実施の形態を添付図面に基づいて説明する。なお、本発明は、制御対象となるステアリング系に実現したい制御仕様を組み込んで所望の制御対象のモデル化を行う一般化プラントを導入し、これにH無限大（ $H\infty$ ）手法を施して制御手段を決定することにより、安定なステアリング制御を行うものである。

【0038】また、本発明は、一般化プラントにハンドル入力およびラック軸入力に対するそれぞれ別系統の独立した周波数特性の重み付け関数を持たせ、ステアリング系に最適なアシスト力を供給するとともに、運転者に必要な路面情報（ロードインフォメーション）を正確に伝える電動パワーステアリング装置を提供するものである。

【0039】図1はこの発明に係る電動パワーステアリング装置の基本ブロック構成図である。図1において、電動パワーステアリング装置1は、ステアリング系の制御対象に実現したい制御仕様を組み込んで所望の制御対象のモデル化を行う一般化プラント2と、一般化プラント2の反力トルク出力と目標電流入力間のフィードバックループに接続し、電動機を駆動するための目標電流信号を設定する制御手段7とを備える。

【0040】ここで、実現したい制御仕様は、例えばラック軸から伝達される凍結路などの路面摩擦抵抗が低い低 μ 路のロードインフォメーション（路面情報）、ハンドルからの操舵情報等を想定する。

【0041】なお、マニュアルステアリング（手動操舵）のみの車両では、低 μ 路のロードインフォメーションがハンドルを介して運転者に正確に伝達される。

【0042】低 μ 路のロードインフォメーション（路面情報）は、ラック軸からのラック軸力に含まれ、操舵に必要とされる周波数帯域よりも高い特定の周波数帯域に顕著に現れる傾向にあり、この特定の周波数帯域の路面情報をハンドルに通過させるようにする。

【0043】一方、ハンドルからの操舵情報は、直流（DC）から比較的低い周波数帯域に集中する傾向にあり、低 μ 路のロードインフォメーション（路面情報）の周波数帯域とは明らかに分離した扱いが可能となる。

【0044】このような低 μ 路のロードインフォメーション（路面情報）とハンドルからの操舵情報（ハンドル

トルク)の周波数帯域の違いに着目し、運転者が要望するロードインフォメーションおよび操舵情報の要求仕様を以下の通り設定し、図1に示す一般化プラント2内に取り込む。また、トルクセンサへ混入するノイズについても要求仕様を設定する。

【0045】要求仕様：

- ①ラック軸力(ラック軸入力)から反力トルク(反力トルク出力)までの伝達特性は、直流(DC)成分から比較的低い周波数帯域ではアシスト制御を行い、比較的高い特定の周波数帯域ではアシスト制御を行わない。
- ②ハンドルトルク(ハンドル入力)から反力トルク(反力トルク出力)までの伝達特性は、直流(DC)成分から比較的低い周波数帯域ではアシスト制御を行う。
- ③トルクセンサへ混入するノイズに対してロバスト(頑健)性を有する。

【0046】図1において、要求仕様①～③を取り込んだ一般化プラント2は、従来の電動パワーステアリング装置の電氣的ならびに機械的なモデル化を行ったパワーステアリングモデル3、ラック軸入力からのラック軸力 F_R に要求仕様①を実現するためのラック軸入力重み付け関数4、ハンドル入力からのハンドルトルク F_H に要求仕様②を実現するためのハンドル入力重み付け関数5、ノイズ入力からトルクセンサに混入するノイズ N_0 に要求仕様③を実現するためのトルク出力重み付け関数6を備える。なお、ラック軸入力重み付け関数4、ハンドル入力重み付け関数5およびトルク出力重み付け関数6は重み付け関数発生手段を形成する。

【0047】制御手段7は、積分要素を含まない伝達関数を有し、一般化プラント2のラック軸入力から供給されるラック軸力 F_R およびハンドル入力からのハンドルトルク F_H に基づいて一般化プラント2を H 無限大($H\infty$)標準問題として解くことにより得られ、反力トルク出力から出力される反力トルク T_R を目標値0と設定することにより、目標値0のレギュレータ制御として扱う。

【0048】図2は図1に示す一般化プラントを含むシステムの制御ブロック図である。図2において、 $P_E(12)$ は電動機の電氣的特性($1/(L \cdot s + R)$)、 $K_T(13)$ 、 $K_E(16)$ はそれぞれ電動機のトルク定数、逆起電圧定数を表わし、 $P_M(15)$ は電動機の機械的特性($1/(J_M \cdot s^2 + B \cdot s)$)、 $a(17)$ はギア比、 $K(19)$ はトーションバーの剛性係数、 $P_H(23)$ はハンドルの機械的特性を表わす。

【0049】また、 $K_I(20)$ は積分要素を含まない制御手段を表わし、反力トルク T_R を目標電流信号 I_{ms} に変換し、 H 無限大($H\infty$)手法(制御)により、ハンドルトルク F_H とラック軸力 F_R が等しくなるよう、反力トルク T_R を0に制御する。

【0050】 $W_1(21)$ はラック軸入力重み付け関数を表わし、ラック軸入力から供給されるロードインフォ

メーションを含むラック軸力 F_R に比較的高い特定の周波数帯域でバンドエリミネーション・フィルタ特性を有する重み付けを行った後、減算手段14のマイナス入力に供給する。

【0051】 $W_2(22)$ はハンドル入力重み付け関数を表わし、ハンドル入力から供給されるハンドルトルク F_H に直流(DC)成分から比較的低い周波数帯域のローパス・フィルタ特性を有する重み付けを行った後、 $P_H(23)$ を介して加算手段18に供給する。

- 10 【0052】このように、 $W_1(21)$ の出力を減算手段14に供給するとともに、 $W_2(22)$ の出力を $P_H(23)$ を介して加算手段18に供給することにより、ラック軸力 F_R とハンドルトルク F_H とをそれぞれラック軸入力・反力トルク出力間、ハンドル入力・反力トルク出力間の別系統に入力するよう構成する。

- 20 【0053】図3はこの発明に係る重み付け関数の周波数特性図である。図3において、 W_1 はラック軸入力重み付け関数の重み付け係数、 W_2 はハンドル入力重み付け関数の重み付け係数、 W_3 はトルク出力重み付け関数の重み付け係数を表わす。

- 【0054】なお、重み付け係数 W_1 、 W_2 、および W_3 は図2に示すシステムの制御ブロック図のアシスト力(ゲイン)と考えてもよい。

- 【0055】重み付け係数 W_1 は、直流(DC)から比較的低周波までは一定のアシスト力(ゲイン)を有し、周波数 $f_{01} \sim f_{03}$ の特定周波数帯域 F_B ではバンドエリミネーション・フィルタ特性を有し、ラック軸入力から供給されるラック軸力 F_R に含まれる低 μ 路からのロードインフォメーションを減衰することなく通過させるよう周波数特性を設定する。

- 30 【0056】重み付け係数 W_2 は、直流(DC)から周波数 f_{03} 近傍までの操舵領域で一定のアシスト力(ゲイン)が得られるローパス・フィルタ特性を有し、ハンドル入力から供給されるハンドルトルク F_H に対応したトルク(図1に示す F_{HW})が得られるよう特性を設定する。

- 【0057】重み付け係数 W_3 は、トルク出力 T_R を周波数 f の増加に応じて増加する特性を有し、トルクセンサに混入するノイズに対してロバスト(頑健)性が得られるよう特性を設定する。

- 40 【0058】このように、ロードインフォメーションを通過させる重み付け係数 W_1 と、ハンドルトルクに対応したアシスト力を発生させる重み付け係数 W_2 とを独立して設定することができる。

【0059】

- 【発明の効果】以上説明したように、この発明に係る電動パワーステアリング装置は、ステアリング系の制御対象に実現したい制御仕様を組み込んで所望の制御対象のモデル化を行う一般化プラントと、一般化プラントの入力を形成するラック軸入力またはハンドル入力と、出力

を形成する反力トルク出力との間に、それぞれ別系統で独立した重み付けを行う重み付け関数発生手段を備えるとともに、反力トルク出力から一般化プラントの目標電流入力への帰還ループ内に電動機を駆動するための目標電流信号を設定する制御手段を備え、ラック軸入力からの路面情報（ロードインフォメーション）を運転者に正確に伝達することができるとともに、ハンドル入力に対応した精度のよいアシスト力を発生することができるので、車両の走行状態に応じて手動操舵力をアシストするとともに、ハンドルを介して伝達されるロードインフォメーションに対応した操舵を実現することができる。

【0060】また、この発明に係る電動パワーステアリング装置は、周波数に関する重み付けを有し、ラック軸入力に対してはバンドエリミネーション・フィルタ特性、ハンドル入力に対してはローパス・フィルタ特性を備えた重み付け関数発生手段を有し、運転者に必要とされる比較的高周波の路面情報（ロードインフォメーション）と、低周波の操舵アシスト力の双方を独立に制御することができるので、手動操舵力を最適にアシストできるとともに、ロードインフォメーションに対応した最適なハンドル操作を行うことができる。

【0061】さらに、この発明に係る電動パワーステアリング装置は、一般化プラントと制御手段に対してH無限大（ $H\infty$ ）手法を施し、制御手段を決定し、最適な制御系を実現することができるので、高精度で安定したパワーアシストを実現することができる。

【0062】よって、高精度で安定したパワーアシストを実現し、ロードインフォメーションにも適切な操舵が可能な操舵フィーリングのよい電動パワーステアリング装置を提供することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】この発明に係る電動パワーステアリング装置の基本ブロック構成図

【図2】図1に示す一般化プラントを含むシステムの制御ブロック図

【図3】この発明に係る重み付け関数の周波数特性図

【図4】従来の電動パワーステアリング装置の全体構成図

【図5】従来の電動パワーステアリング装置の全体ブロック構成図

【図6】車速をパラメータとした操舵トルク信号（ T_D ）—目標電流信号（ I_{MS} ）特性図

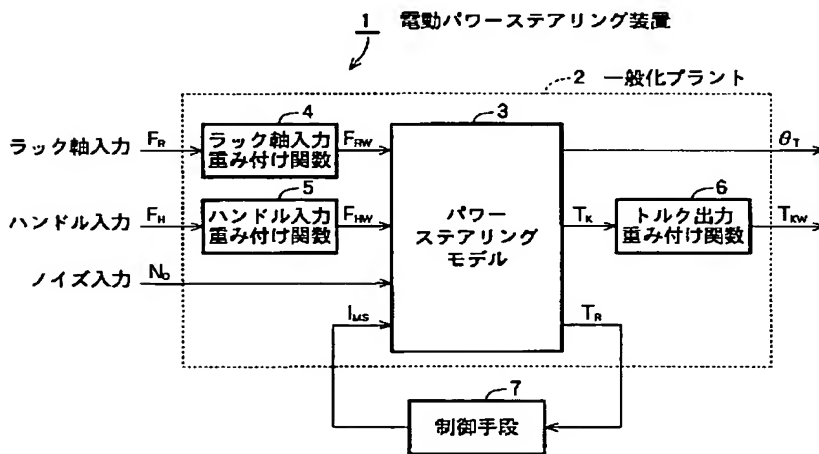
【図7】同一の操舵トルク信号 T_S に対する目標電流信号 I_{MS} 増加特性図

【図8】図7に対応したラック軸力 F_L の各成分の変化説明図

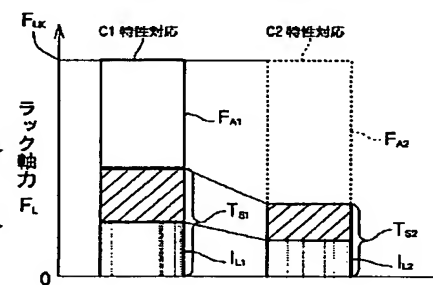
【符号の説明】

1…電動パワーステアリング装置、2…一般化プラント、3…パワーステアリングモデル、4…ラック軸入力重み付け関数、5…ハンドル入力重み付け関数、6…トルク出力重み付け関数、7…制御手段、11、14…減算手段、12… P_E （動機の電气的特性）、13… K_T （電動機のトルク定数）、15… P_M （電動機の機械的特性）、16… K_E （逆起電圧定数）、17… a （ギア比）、18…加算手段、19… K （トーションバーの剛性係数）、20… K_I （制御手段）、21… W_1 （ラック軸入力重み付け関数）、22… W_2 （ハンドル入力重み付け関数）、23… P_H （ハンドルの機械的特性）、 F_R …ラック軸力、 F_H …ハンドルトルク、 T_R …反力トルク、 I_{MS} …目標電流信号。

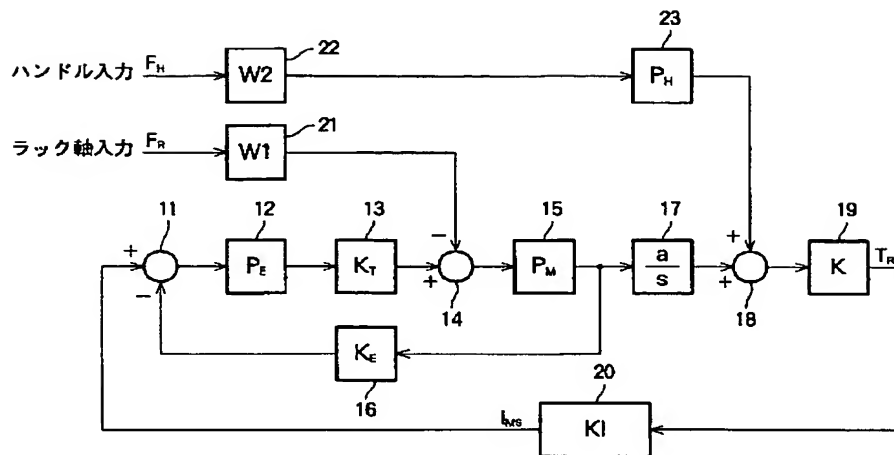
【図1】



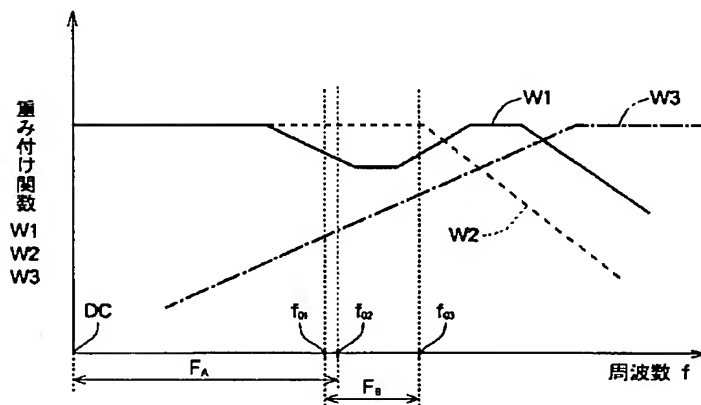
【図8】



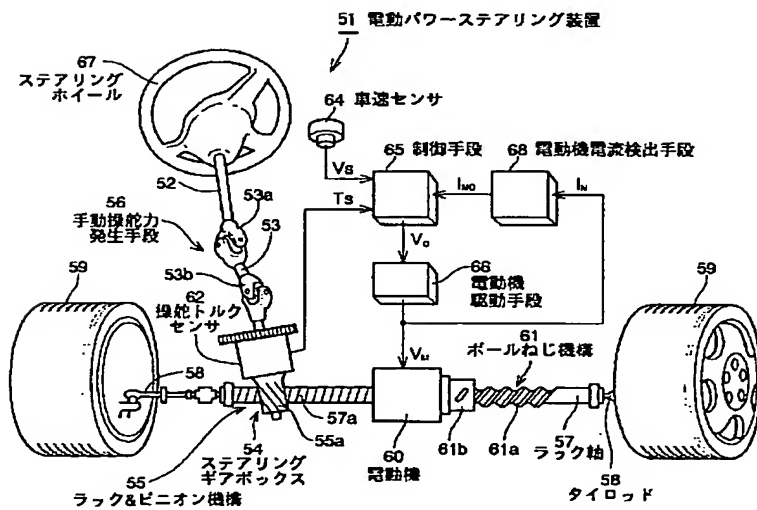
【図2】



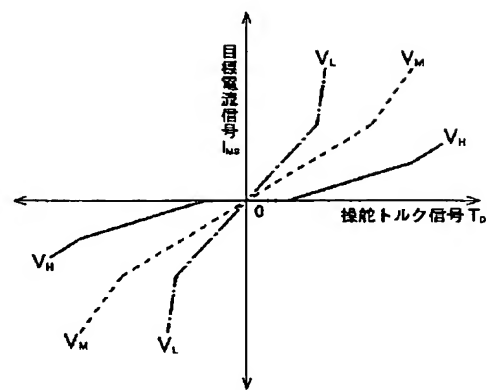
【図3】



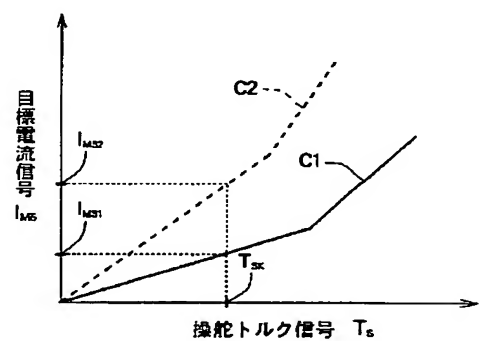
【図4】



【図6】



【図7】



【図5】

